

## ■ インターバル撮影画像による積雪寒冷期の斜面変動の調査 — 北海道津別町、チミケップ湖地すべり末端域での例 —

Investigation of slope movements in cold and snowy season using interval photographing images :  
An example in the toe area of the Chimikeppu Lake Landslide, Tsubetsu Town, Hokkaido

伊藤陽司\* Yoji ITO / 北見工業大学 Kitami Institute of Technology

植松 聡 Satoshi UEMATSU / 明治コンサルタント株式会社 Meiji Consultant Co. Ltd.

菅谷拓人 Hiroto SUGAYA / 明治コンサルタント株式会社 Meiji Consultant Co. Ltd.

納谷 宏 Hiroshi NAYA / 明治コンサルタント株式会社 Meiji Consultant Co. Ltd.

石丸 聡 Satoshi ISHIMARU / 北海道立総合研究機構地質研究所 Geological Survey of Hokkaido

山崎新太郎 Shintaro YAMASAKI / 北見工業大学 Kitami Institute of Technology

キーワード：切土のり面、インターバル撮影、崩落、降雪初期、厳寒期、融雪期

Key words : Excavation slope, Interval photographing, Falls, Early snowfall season, Severe cold season, Snowmelt season

### 1. はじめに

北海道の積雪寒冷期は、険しい山地の地域でなくとも11月上旬から5月下旬までの6ヶ月間以上にも及ぶ。この長い積雪寒冷期の中でも降雪・積雪と融雪とを繰り返しながら次第に根雪となっていく11月上旬～12月中旬や、凍土層の融解と再凍結が繰り返したり融雪が一気に進んだりする3月中旬～5月上旬には地すべり移動体の再活動も含めてさまざまな形態や規模の斜面変動が多数発生し、時には重大な災害をもたらしてきた(伊藤ほか, 2012)。終日、氷点下の気温となる真冬日が続く1月～2月での斜面変動は地震に起因した事例(田近・岡崎, 1997)を除くと必ずしも多くはないものの、1996年2月10日に発生した積丹半島の国道229号豊浜トンネルでの岩盤崩落は重大な被災となり、その後の崖・斜面の緊急点検や調査研究にも大きな影響を与えた。最近では2014年1月25日早朝に松前半島の福島町で、道道532号の途絶・停電と約3日間にも及ぶ同町岩部地区の孤立をもたらした岩盤崩落が発生している。

東北地方日本海側や北陸地方などの豪雪地域については以前から融雪水の供給や積雪の荷重に注目した地すべり変動が検討されており(例えば青山ほか, 1984)、積雪初期の降水や融雪期の融雪水の浸透・貯留・流出の詳細な観測・解析とそれらの結果と関連付けた地すべり変動の特性も明らかにされている(松浦, 1998; 佐藤ほか, 2004; 岡本ほか, 2008)。

北海道については東北地方日本海側や北陸地方とは雪質、積雪深や融雪の進行状況が異なり、真冬日が長く続くことも珍しくないことから凍結・融解に注目した亀裂の伸展や岩体の変状の調査・解析が行われ、災害発生事

例を対象としたものでは根岸・中島(1993)や石丸ほか(2002)などがある。また、佐藤ほか(1991)や加藤ほか(2004)は、AE計測や微小電位観測による岩盤斜面での挙動の検出を試みている。

北海道の積雪寒冷期では斜面を覆う雪は春遅くまで融けずに残っており、規模の大きな斜面変動の前兆となるような小岩塊の落下や亀裂の発生などに気づき難く、調査も行い難いことから、斜面変動や災害が発生するといつても突発的という感がある。

筆者らは北海道の積雪寒冷期における斜面変動の発生状況を把握し、そのような時期の斜面防災への手がかりを得ることを目的として、国内有数の寒冷な地域にあたる北海道東部の津別町のチミケップ湖地すべり(雨宮ほか, 2009; 伊藤ほか, 2013)の末端域を対象として、2012年11月29日～2013年5月31日の間、斜面変動の発生を定時撮影の画像として捉え、撮影画像の比較によって斜面変動の発生状況や特徴を明らかにすることを試みた。

本文ではこの調査の方法を示し、明らかになった積雪寒冷期における斜面変動の特徴のいくつかを考察する。

### 2. 対象斜面

対象斜面は津別市街地の南西約14kmに位置し(図-1A)、変動域の奥行き約2.1km・最大幅約0.8km・面積約1.2km<sup>2</sup>の規模を有するチミケップ湖地すべりの末端域を通る道道494号に沿う切土のり面2箇所である(図-1B)。景勝地である鹿鳴の滝に近接する側を上流側のり面(図-1C)、その南東側を下流側のり面(図-1D)とした。

上流側のり面は高さ20m～25m・幅約40mの規模を有し、のり頭がオーバーハング状をなす傾斜40°～60°の南西向きの凹形直線斜面(鈴木, 1997)である。構成岩は

\* 連絡著者 / corresponding author  
〒090-8507 北見市公園町165  
165 Koen-cho, Kitami, 090-8507 Japan

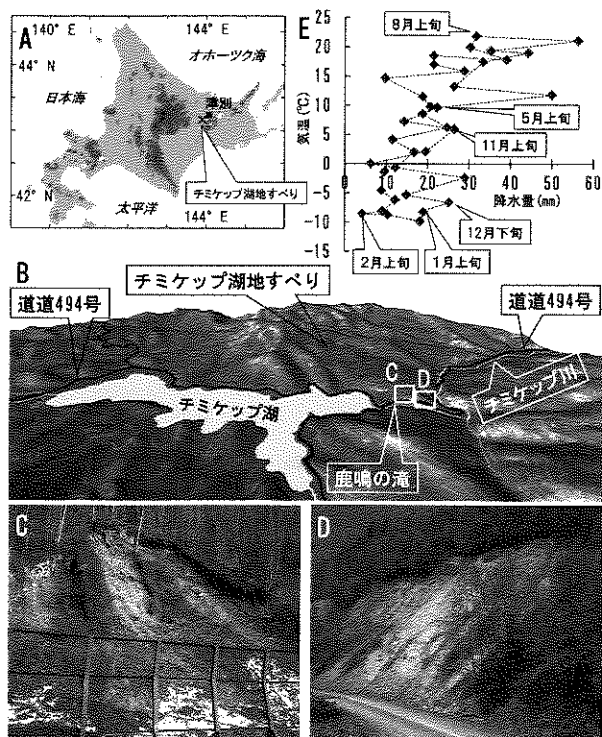


図-1 調査地の位置と気象状況。A: チミケップ湖地すべりの位置, B: チミケップ湖地すべりの俯瞰図 (カシミール 3Dにより作成) と対象のり面, C: 上流側のり面, D: 下流側のり面, E: 過去10年間の津別AMeDAS観測記録に基づく旬ハイサーグラフ

Fig. 1 Location and meteorology of the studied area. A: Location of the Chimikeppu Lake Landslide, B: Aerial view of the Chimikeppu Lake Landslide, made by the KASHIMIR 3D and the studied excavation slopes, C: Upstream slope, D: Downstream slope, E: Ten-day hythergraph, based on the Tsubetsu AMeDAS data for the past 10years

前期中新世の津別層の凝灰質砂岩 (山口・沢村, 1965; 日本の地質「北海道地方」編集委員会, 1990) であり, 地すべり移動体の末端部であることから亀裂の発達が著しく, 破碎岩相~岩屑土相 (田近, 2004) を示す。のり面脚部は, 仮設の落石防護柵によって留まった崩落岩塊~岩屑が集積する傾斜30°前後の斜面となっている。のり面成形当初は緑化マット工が施工されたようであるが, 現在はそれらのほとんどは剥落している。

下流側のり面は高さ15m~25m・幅約170mの規模を有する長いり面の北西端にあたり, のり頭がオーバーハング状をなす傾斜50°前後の西南西向きの等斉直線斜面 (鈴木, 1997) である。構成岩は上流側のり面と同様であるが, 岩塊~岩屑の崩落の頻度はやや低いようで, のり面は成形時の形状をほぼ保持している。のり面脚部は, 設置されている落石防護ネットによって捕捉された崩落岩塊~岩屑の傾斜40°前後の斜面となっている。

図-1 Eは, 対象のり面の北東約14kmに位置する津別市街地 (標高100m) に設置されている津別AMeDASでの過去10年間の観測記録に基づく旬ハイサーグラフで

ある。今回調査を開始した11月下旬には旬平均気温がほぼ0℃となり, 1月下旬には旬平均気温約-10℃の寒冷な時期となって4月上旬まで氷点下の旬平均気温が続く。

対象のり面は標高約300mの狭い谷間にあり, より厳しい寒さの環境にあることが推測される。

道道494号は11月下旬から翌年5月上旬の間は除雪されずに通行止めとなり, さらに対象のり面の周辺は通年, 携帯電話も使用できない範囲でもあることから, 調査の方法も機材も非常に限られる。

### 3. 調査・解析

今回の試みは2012年11月29日~2013年5月31日の約6ヶ月間を調査期間として, ノースワン(株)製画像記録装置KADEC21-EYE IIを中心とした定点撮影システム (図-2) によって毎日5:00~18:00の間, 撮影インターバル20分で対象のり面を撮影し, 調査終了後に撮影画像を比較することによって斜面変動の発生の特徴を解析するものである。併せて, 2013年3月22日~4月19日の間, 毎週対象のり面の目視調査および隣接地での積雪深・積雪密度の計測も行った。

#### 3.1 定点撮影システム

画像記録装置KADEC21-EYE IIは外寸: 幅98mm・高さ90mm・長さ240mm, カメラ: 画素数1.3Mピクセル (1024×1280)・F値2.8で, 小型バッテリーや記録媒体を内蔵し, 事前にプログラム設定した時刻に撮影を行うことができるものである。撮影画像は, 内蔵の記録媒体 (コンパクトフラッシュ型メモリーカード) に撮影日時データとともに記録保存される。仕様上の動作環境は, -25℃~+40℃である。これまでの暖候期での調査 (伊藤ほか, 2009) では, 内蔵の小型バッテリーのみで撮影インターバル1時間で約90日間の作動が可能であった。今回の調査では気温が-30℃近くまで低下する環境下でのバッテリーの過度の消耗が懸念されることや降雪・積雪状況によってはバッテリー交換が困難になることなども想定し, 電源補助用の小型ソーラーパネルなどを備えたシステムとした。なお, 今回の調査は画像記録装置や電源装置の耐寒試験も兼ねていることから, これらには特別な防寒対策を施さずに設置した。また, 野生動物へ

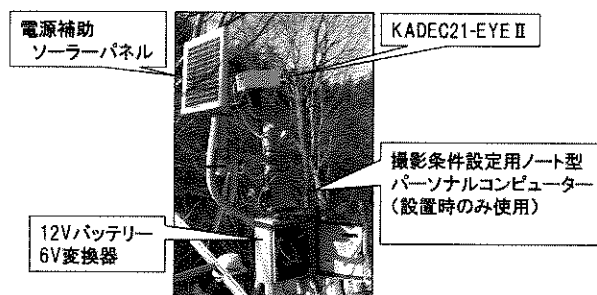


図-2 定点撮影システムの主要機材

Fig. 2 Main equipment of the fixed-point photographing system



図-3 1日分(2012年11月30日)の撮影画像例. 黒い画像は日照不足による

Fig. 3 Example of the photographing images in a day (Photographing day: November 30, 2012). Black images are due to the shortage of sunshine

の影響を考慮して夜間照明装置は設置せず, 上述の時間帯での撮影とした。

### 3.2 撮影画像

毎日5:00~18:00の間, 撮影インターバル20分で撮影する画像は40枚/日となる。図-3は2012年11月30日の撮影画像であり, 早朝と夕方の画像は日照不足によるものである。画像1枚のファイルサイズは100KB~330KBで, 時期によって異なっていた(雪景色が広範であると, ファイルサイズは100KB前後であった)。

調査期間での撮影画像は, 上流側のり面および下流側のり面のそれぞれについて7,000枚以上であった。図-3のような早朝や夕方の日照不足によるもののほか, 吹雪, 着雪・着水や記録媒体・機器の不調(おそらく低温が影響したと思われる)による不鮮明・不良画像を除くと, 比較可能な撮影画像は上流側のり面6,194枚, 下流側のり面5,323枚で, 合計11,517枚となった。

### 3.3 斜面変動の解析

斜面変動の解析は撮影画像をパーソナルコンピュータに通常備えられているツールWindows Photo Viewer機能を利用して, 撮影日時順に1枚ずつ比較しながら判読する方法で行った。その際, 対象のり面全体を一度に取り扱うのでは変動の発生を詳細に捉えることができないと判断し, 上流側および下流側のり面を性状によって3.3.1で詳述するようにそれぞれ6つの区画に分け, 区画ごとに繰り返し行うこととした。結果として, 10万枚を超える画像を取り扱う作業となった。

調査期間は厳寒な時期を含み, 気温や積雪の条件も大きく変化する期間である。このことがのり面での変動発生の特徴に現れることが容易に考えられることから, 3.3.2で詳述するように津別AMeDASでの観測記録と現

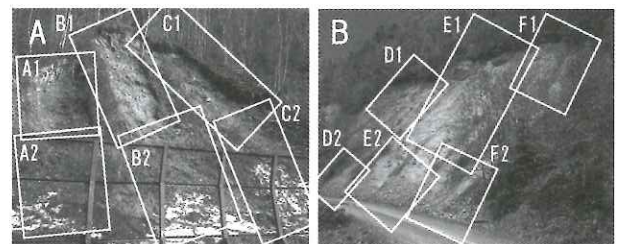


図-4 対象のり面の区分. A: 上流側のり面, B: 下流側のり面

Fig. 4 Division of the excavation slopes, A: Upstream slope, B: Downstream slope

地での積雪観測結果とに基づき調査期間を5つの時期に区分し, 変動の発生状況を解析することとした。

#### 3.3.1 のり面のブロック区分

図-4は, 解析にあたって設定した上流側のり面(図-4A)および下流側のり面(図-4B)でのブロック区分である。

上流側のり面のブロックA1, B1およびC1, そして下流側のり面のブロックD1, E1およびF1は破碎岩相~岩屑土相(田近, 2004)の斜面である。上流側のり面のブロックA2, B2およびC2は, のり面上部から崩落した岩塊~岩屑が脚部の仮設落石防護柵によって拘束されて集積する斜面である。下流側のり面のブロックD2, E2およびF2は, のり面上部から崩落した岩塊~岩屑が落石防護ネットに拘束されて破碎岩相の斜面を被覆する斜面である。

#### 3.3.2 気象条件による調査期間の区分

図-5は津別AMeDASでの気温(日最高, 日最低, 日平均), 最深積雪および降雪の観測記録と調査地で観察・測定した積雪状況を基に設定した期間区分である。

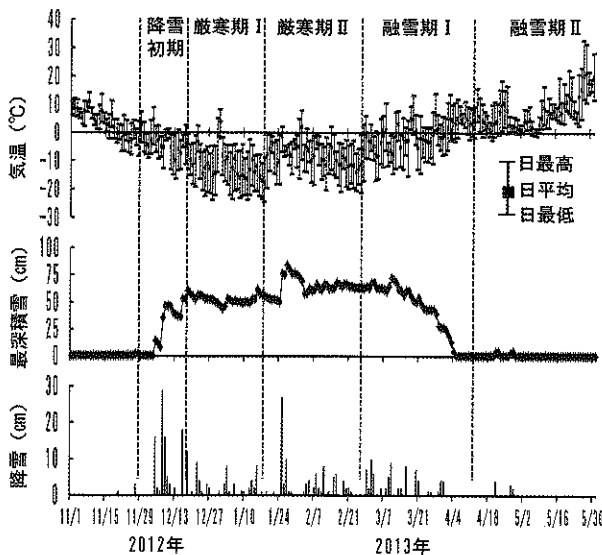


図-5 津別AMeDASでの観測記録に基づく調査期間の区分  
Fig. 5 Division of the investigation period, based on the Tsubetsu AMeDAS record

(1) 降雪初期: 2012年11月29日~2012年12月17日の19日間。日最低および日平均気温はともに氷点下であり, 日最高気温がプラスの日もあったものの, 12月7日以降は日最高気温 $-1^{\circ}\text{C}$ ~- $2^{\circ}\text{C}$ ・日最低気温 $-6^{\circ}\text{C}$ ~- $16^{\circ}\text{C}$ の真冬が続いた。ややまとまった降雪があり, それが雨模様であった日もあった。降雪は一部融けながらも, 次第に根雪になっていった。

(2) 厳寒期 I: 2012年12月18日~2013年1月18日の32日間。ほとんどの日が真冬日で, 日最高気温 $-5^{\circ}\text{C}$ ~- $10^{\circ}\text{C}$ ・日最低気温 $-15^{\circ}\text{C}$ ~- $25^{\circ}\text{C}$ ・日平均気温 $-10^{\circ}\text{C}$ ~- $15^{\circ}\text{C}$ の厳しい寒さが続いた。日較差は平均値で $14.8^{\circ}\text{C}$ と, 5つの時期の中で日気温の変動が最も著しく, 日較差 $15^{\circ}\text{C}$ ~ $20^{\circ}\text{C}$ の日も期間の約半数の15日ほどあった。断続的に数cmオーダー~10cm前後の降雪があり, 積雪深は50cm前後で推移した。気温の推移からは著しい融雪はなかったと思われる。

(3) 厳寒期 II: 2013年1月19日~2月26日の39日間。ほとんどの日が真冬日であったものの, 日最高気温 $-3^{\circ}\text{C}$ ~- $7^{\circ}\text{C}$ ・日最低気温 $-6^{\circ}\text{C}$ ~- $21^{\circ}\text{C}$ ・日平均気温 $-5^{\circ}\text{C}$ ~- $14^{\circ}\text{C}$ と, 厳寒期 I に比べると寒さは多少緩んだ。日較差は平均値で $12.5^{\circ}\text{C}$ であったが, 日較差 $15^{\circ}\text{C}$ ~ $20^{\circ}\text{C}$ の日も10日ほどあった。1月25日のまとまった降雪後, 2月1日~3日に多少融雪があったようではあるが, 断続的な降雪で, 積雪深は60cm~80cmで推移した。

(4) 融雪期 I: 2013年2月27日~4月13日の46日間。連日, 日最高気温はプラスで, 融雪が進行した。しかし, 日最低気温は $-10^{\circ}\text{C}$ 前後であり凍結と融解, 降雪と融雪が活発であったことが推測される。日較差は平均値で $12.7^{\circ}\text{C}$ であったが, 日較差 $15^{\circ}\text{C}$ ~ $20^{\circ}\text{C}$ の日が10日ほどあった。3月下旬から融雪が急速に進み, 4月5日に積雪ゼロとなっている。対象のり面に隣接する積雪観測地点

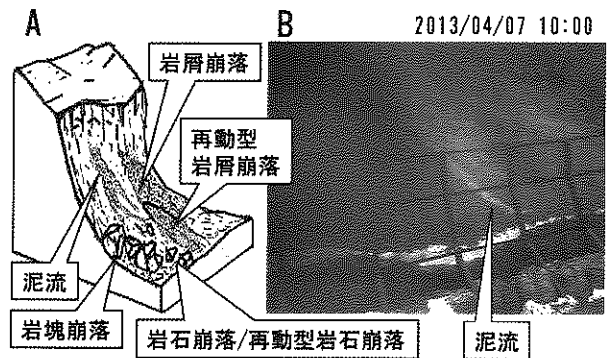


図-6 斜面変動の形態。A: 移動体と運動型による形態区分, B: 泥流の撮影画像

Fig. 6 Types of slope movement. A: Division of type, based on the moving body and movement, B: Photographic image of mud flow

では4月11日に積雪深35cm前後を, 翌週の現地調査日の4月19日には積雪深ゼロ(隣接する日陰ではまだ30cm前後の残雪はあった)を実測した。気温状況からは4月13日あたりに積雪ゼロになったものと思われる。

(5) 融雪期 II: 2013年4月14日~5月31日の48日間。ほとんどの日が終日プラスの気温であり, 数cmの新たな降雪も2日間程度で融けている。対象のり面やその周辺では日陰に残雪が点在している状況であった。

#### 4. 斜面変動の特徴

撮影画像の比較判読によって認められた変動は岩塊崩落, 岩石崩落, 再動型岩石崩落, 岩屑崩落, 再動型岩屑崩落および泥流であり(図-6A), 地すべり移動体が広範囲に変動した事例はなかった。なお, 移動体はのり面内の立木の径を目安に判定し, 大まかに径300mm(人頭大)以上を岩塊, 径300mm~75mm(拳大)を岩石, 径75mm~2mmを岩屑, そして2mm以下を泥とした。また, 再動型は一度崩落してのり面の凹状部に留まっていたものが, 再度崩落したものを言い表している。泥流は谷部を流下するものではなく, 泥水状のものがのり面の中腹から湧き出し, のり面上を流下したものを言い表している(図-6B)。

##### 4.1 多発時期

図-7は, 各時期での変動の時系列的な発生状況と形態を表している。発生数は正確には画像の枚数ではあるが, 発生した変動のほとんどが短時間で停止する落下現象であるので, 発生数として取り扱った。調査期間全体での変動の発生数は上流側のり面960件, 下流側のり面906件で, 合計1,866件であった。

設定した5つの時期での変動の発生数に注目すると, 破碎岩相の斜面(上流側のり面のブロックA1・B1・C1, 下流側のり面のブロックD1・E1・F1)での変動発生は融雪期 I で顕著で, 次いで降雪初期にも比較的多かった(図-7Aのa, 図-7Bのa)。この傾向は, 降雪と融雪が繰り返される時期や積雪が急速に融ける時期に

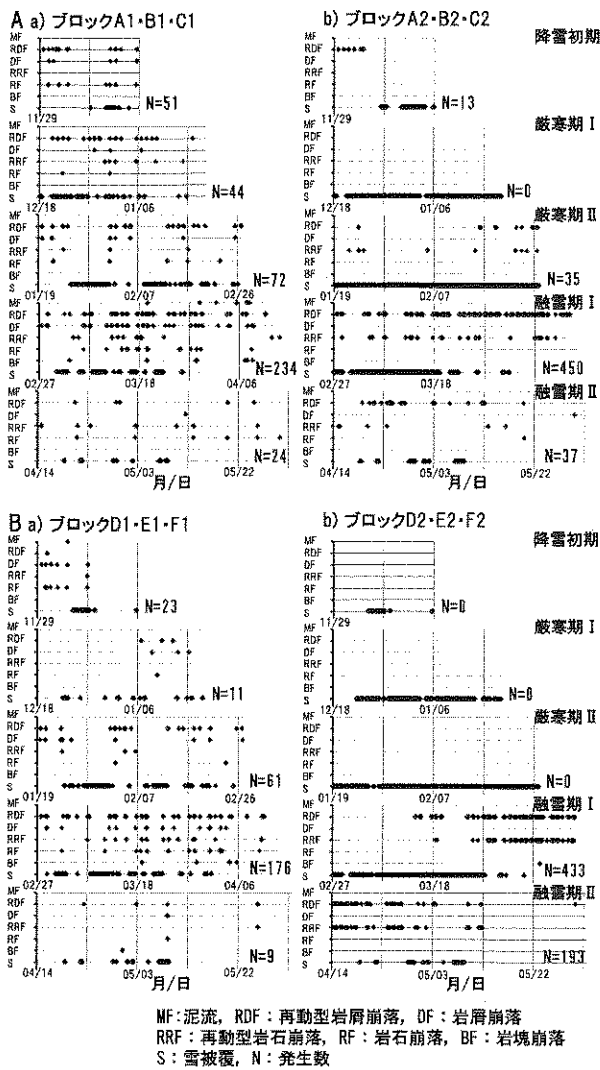


図-7 各時期における斜面変動の発生状況  
 A: 上流側のり面, B: 下流側のり面

Fig. 7 Occurrences of the slope movements in each period. A: Upstream slope, B: Downstream slope

土砂災害が多発している状況と同様である。加えて、非常に寒冷な厳寒期Ⅰや厳寒期Ⅱにも変動が少なからず発生していることも特徴的であった。

上流側のり面のブロックA1・B1・C1を例にして発生頻度(発生数/期間日数)を求めると、降雪初期: 2.68, 厳寒期Ⅰ: 1.38, 厳寒期Ⅱ: 1.85, 融雪期Ⅰ: 5.09, そして融雪期Ⅱ: 0.50となり、厳寒期ⅠやⅡにも毎日1~2件の変動が発生したことになる。鈴木・山田(1990)や横木ほか(2007)は冬期のコンクリート構造物の表面温度を実測し、真冬日であっても日射によって北向きの面以外ではプラスの表面温度となり、凍結と融解の繰り返しが発達であることを明らかにしている。対象のり面でも日最高気温-3℃~-10℃という真冬日が続く厳寒期ⅠやⅡであっても、急斜面の凍土層は日射によって融解し、日が陰ると再び凍結するといったことを繰り返していると思われる。また、急斜面が降雪で覆われても、薄い積雪は日射によって短時間で融けて、融雪水が融解

した急斜面表層部へ浸透したり亀裂へ入り込んだりし、さらに凍結と融解を繰り返すことで、表層部がより不安定な状況になることが推測される。このような表層部での挙動が厳寒期Ⅰや厳寒期Ⅱでの変動発生に現れているものと考えられる。

岩塊~岩屑が集積あるいは被覆している斜面(上流側のり面のブロックA2・B2・C2, 下流側のり面のブロックD2・E2・F2)では積雪のある期間は把握できないが、変動は融雪期Ⅰに一気に発生し、融雪期Ⅱの前半まで断続的に発生している状況がうかがわれる(図-7Aのb, 図-7Bのb)。これには岩塊~岩屑に埋もれていた水雪や、岩塊~岩屑を凍着させていた氷雪が次第に融解していく状況も現れているものと考えられる。

#### 4.2 形態

図-8は図-7を基にしてのり面別および時期別に、発生した変動の形態的特徴を表している。

上流側のり面で発生した960件の変動の約75%(719件)はのり面上に留まっていた岩屑が再び崩落したものであり(図-8Aのa), 融雪期Ⅱでは岩石崩落なども発生したものの、大まかにはどの時期にも再動型岩屑崩落が多かった(図-8Aのb, c)。なお、ブロックA2・B2・C2は厳寒期Ⅰには全面が雪で覆われていたため、そこでの変動発生を捉えることができなかった。

下流側のり面で発生した変動の形態は上流側のり面とほぼ同様な状況ではあったが、のり面脚部(ブロックD2・E2・F2)には径の大きな岩石が多く積み重なっていたことが影響して、融雪期ⅠおよびⅡには再動型岩石崩落が多く認められた(図-8B)。なお、ブロックD2・E2・F2では降雪初期~厳寒期Ⅱの間は落石防護ネットへの着雪が影響して、そこでの変動発生を捉えることができなかった。

#### 4.3 発生時間

変動の発生時間には、時期によって特徴が認められる(図-9)。上流側および下流側のり面において降雪初期、融雪期Ⅰおよび融雪期Ⅱでは6時頃から17時過ぎまでの間、断続的に変動(再動型の岩屑崩落や岩石崩落)が発生している状況がうかがわれる。これは降雪初期や融雪期Ⅰでは夜間に凍結したのり面の表層部が日射によって融解したり、融雪期Ⅱでは後背斜面から浸透した融雪水が夕方近くになってものり面表面へ作用したりすることに起因しているものと考えられる。また、融雪期Ⅱでは上流側のり面で、5時~6時といった早朝にも変動が発生している。これはエゾ鹿がそのような時間帯の撮影画像にしばしば写っていることから、エゾ鹿が菜食のために落石防護ネットの設置されていないのり面上を移動することに起因していると思われる。

厳寒期Ⅰおよび厳寒期Ⅱでは日最高気温が観測される時間帯(津別AMeDASでは12時~13時の間が約37%, 13時~14時の間が約34%の割合であった)を中心に、変動が集中的に発生している。上流側のり面では12時20分~

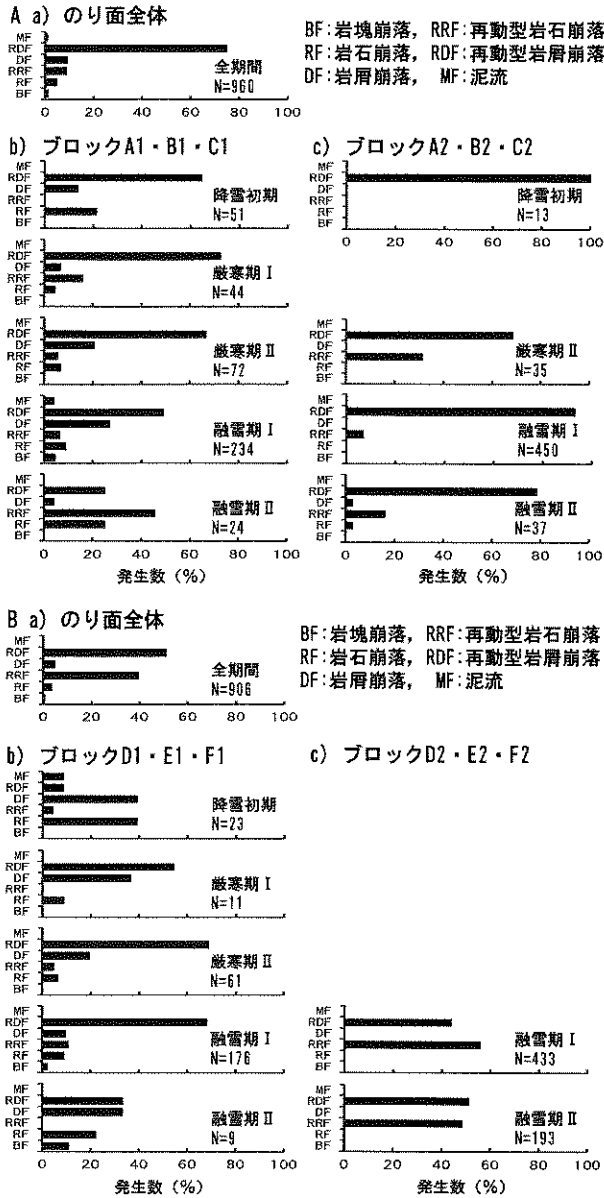


図-8 各時期における斜面変動の形態

A: 上流側のり面, B: 下流側のり面

Fig. 8 Types of slope movements in each period.

A: Upstream slope, B: Downstream slope

14時20分の間に、そして下流側のり面ではそれよりも少し遅れて、12時40分～15時の間に変動発生が顕著である。厳寒期Iおよび厳寒期IIでは氷点下であっても最高になる気温と日射の影響がのり面表層部の挙動に現れていると考えられる。また、上流側のり面と下流側のり面との多少の時間差は上流側のり面の向きが南西方向、そして下流側のり面の向きがそれよりも少し西寄りの西南西方向であることが影響しているものと考えられる。

### 5. おわりに

北海道の積雪寒冷期における斜面防災の一助とすることを目的として、日最低気温が $-30^{\circ}\text{C}$ 近くまで下がる真冬が続く厳寒な時期をはさむ約6ヶ月間、チミケップ湖地すべりの移動体末端の切土のり面を対象として定点

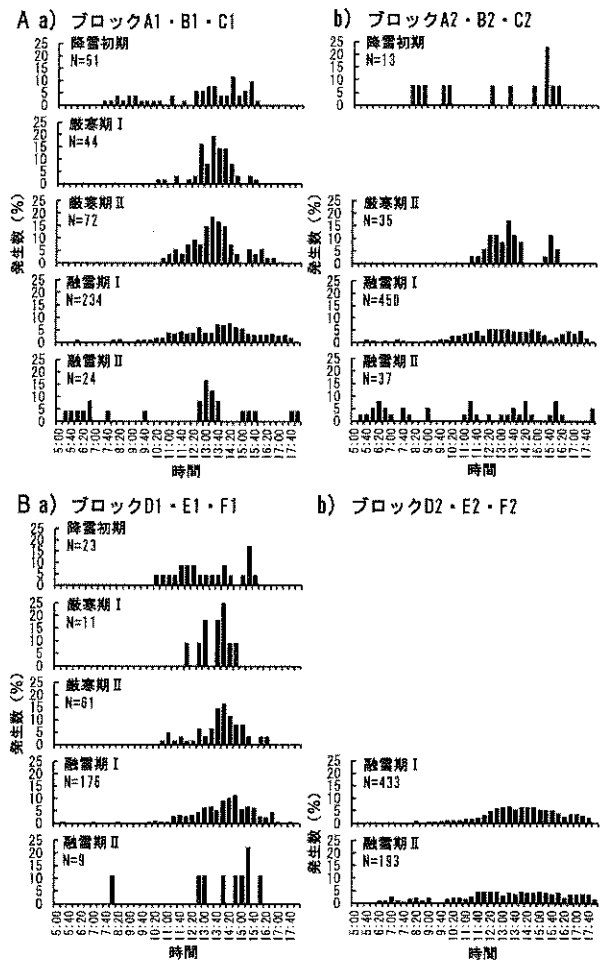


図-9 各時期における斜面変動の発生時間

A: 上流側のり面, B: 下流側のり面

Fig. 9 Occurrence times of the slope movements in each period. A: Upstream slope, B: Downstream slope

観察システムによるインターバル撮影を行い、得られた約11,500枚の撮影画像の比較判読によって変動の発生状況を検討した。

設置した定点観察システムは着雪・着氷や $-30^{\circ}\text{C}$ 近い気温の影響を多少受けたものの、切土のり面で発生した約1,860件の変動を画像として記録保存した。

変動の特徴は、次のようにまとめられる。

- (1) 変動発生は、日最低気温が $-10^{\circ}\text{C}$ 前後でありながらも日最高気温がプラスとなって降雪と融雪や凍結と融解の繰り返しが活発な時期(融雪期Iと言いました)に顕著であり、次いで12月上旬(降雪初期と言いました)にも多かった。さらに、真冬が続く時期(厳寒期Iと言いました)にも変動が少なからず発生していた。
- (2) 発生した変動の形態は、地すべり移動体の末端の切土のり面ということで、岩層の崩落が多かった。
- (3) 変動が多発する時間帯には時期によって特徴があった。変動発生は降雪初期や融雪期には午前中の早い時間から17時過ぎまで認められ、真冬が続く厳寒期には12時～14時に集中していた。

変動の多発時期や多発時間の特徴には凍結のり面の融

解, 日が陰ってからの再凍結, 融雪水の亀裂への浸透や浸透した融雪水の凍結・融解, 後背斜面で浸透した融雪水の切土のり面での出水など各時期における気温と日射に関係した現象や切土のり面の向きの影響が現れているものと考えられる。

今後, 気温やのり面表層の温度なども実測し, それらと変動発生との関連も含めて考察しなければならないが, 現時点で斜面防災上, 降雪初期や融雪期だけではなく寒冷な時期, とくに日最高気温 $-5^{\circ}\text{C}$ ~ $-15^{\circ}\text{C}$ の日が続くような厳寒な時期も時間帯は限られるものの, 要注意期間であることを強調したい。また, 野生動物(ここではエゾ鹿)の活動も軽視できないことも指摘しておきたい。

今回の調査はリアルタイムの監視ではないものの, 変動発生の特徴は次シーズンからの斜面防災に活用できるものと考えている。

### 引用文献

雨宮和夫・五十嵐 正・宮坂省吾・喜多耕一 (2009): 北見津別地域の地すべり集中分布は地震地すべりか, 平成21年度 (社)日本地すべり学会北海道支部・北海道地すべり学会研究発表会予稿集, pp. 21-31.

青山清道・中俣三郎・小川正二 (1984): 新潟県における地すべりと雪との相関性に関する検討, 地すべり, Vol. 21, No. 3, pp. 11-16.

石丸 聡・高見雅三・岡 孝雄 (2002): 2001年6月に発生した「苔の洞門」の谷壁岩盤崩落, 北海道立地質研究所報告, No. 73, pp. 209-215.

伊藤陽司・牧野勇治・宮坂省吾・石井正之 (2013): 北海道津別町, チミケップ-二又地域の巨大地すべり -チミケップ湖地すべりの変動履歴, その1-, 平成25年度 (公社)日本地すべり学会北海道支部・北海道地すべり学会研究発表会予稿集, pp. 17-20.

伊藤陽司・中村 大・平松雅宏・信山直紀 (2009): さまざまな制約のある箇所での岩塊崩落の試験的調査, 平成21年度 (社)日本地すべり学会北海道支部・北海道地すべり学会研究発表会予稿

集, pp. 56-59.

伊藤陽司・志村一夫・渡辺 司・山崎新太郎 (2012): 北海道での最近の地すべり災害-被災事例と教訓-, 北海道の地すべり2012, (社)日本地すべり学会北海道支部・北海道地すべり学会監修, 北海道地すべり学会, pp. 15-34.

加藤卓朗・村山秀幸・伊東佳彦・日下部祐基・橋本祥司 (2004): 積雪寒冷地における微小電位観測による岩盤崩落監視技術の現場適用実験, 土木学会第59回年次学術講演会講演概要集, pp. 325-326.

松浦純生 (1998): 積雪を誘因とした地すべりの発生予測における諸問題, 地すべり, Vol. 34, No. 4, pp. 39-46.

根岸正充・中島 毅 (1993): 層雲峡溶結凝灰岩の柱状節理におけるき裂進展とすべり破壊-寒冷地における岩盤斜面崩壊に関する研究 (第1報)-, 応用地質, Vol. 34, No. 2, pp. 1-11.

日本の地質「北海道地方」編集委員会 (1990): 日本の地質 I 「北海道地方」, 共立出版, 337p.

岡本 隆・松浦純生・浅野志穂 (2008): 積雪地域における浅層地すべりの変形機構, 日本地すべり学会誌, Vol. 44, No. 6, pp. 20-30.

佐藤孝司・根岸正充・伊藤憲章 (1991): AEによる岩盤急斜面の挙動計測, 第35回北海道開発局技術研究発表会講演概要集 (1), pp. 135-140.

佐藤壽則・白石秀一・伊藤俊方 (2004): 積雪期における新潟県内の第三紀層地すべりの運動特性, 日本地すべり学会誌, Vol. 41, No. 1, pp. 37-42.

鈴木隆介 (1997): 建設技術者のための地形図読図入門 1 読図の基礎. 古今書院, 200p.

鈴木輝之・山田利之 (1990): 小型U-トラフの凍上被害に関する屋外実験, 土木学会論文集 第418号/III-13, pp. 163-171.

田近 淳 (2004): 地すべり-地形地質的認識と用語, I・5章 物質構成, (社)日本地すべり学会, pp. 53-60.

田近 淳・岡崎紀俊 (1997): 地震と斜面変動の地域的な特徴1. 路沖地震, 地震による斜面災害, 地すべり学会北海道支部編, 北海道大学図書刊行会, pp. 15-25.

山口昇一・沢村孝之助 (1965): 5万分の1地質図幅「本岐」および同説明書. 地質調査所, 42p.

横木淳一・小野寺康浩・中村和正 (2007): 寒冷地の老朽化頭首工で観測された冬期間の表面温度の変化, 寒地土木研究所月報, No. 651, pp. 48-50.

(原稿受付2014年8月22日, 原稿受理2014年11月10日)